



21 Aktenzeichen: 101 13 744.3  
22 Anmeldetag: 21. 3. 2001  
43 Offenlegungstag: 20. 6. 2002

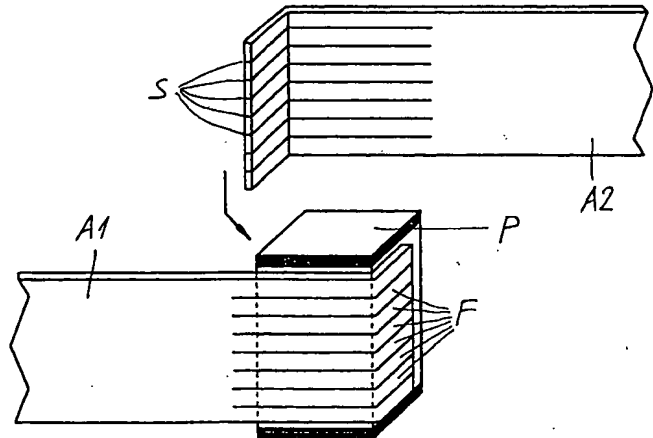
65 Innere Priorität:  
100 58 843. 3 27. 11. 2000  
71 Anmelder:  
Richter, Hans, 86163 Augsburg, DE  
74 Vertreter:  
Fleuchaus & Gallo, 86152 Augsburg

72 Erfinder:  
gleich Anmelder  
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 199 45 933 C1  
DE 196 46 676 C1  
DE 196 20 826 C2  
DE 199 30 585 A1  
DE 199 17 728 A1  
DE 199 14 411 A1  
DE 198 02 302 A1  
EP 10 65 735 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Elektrische Anschlußanordnung für einen monolithischen Vielschicht-Piezoaktor

57 Elektrische Anschlußanordnung für einen monolithischen Vielschicht-Piezoaktor (P) mit elektrischen Anschlußfahnen (A1, A2), die quer zur Höhe des den Piezoaktor (P) bildenden Piezoelementenstapels zur Bildung einzelner Finger (F) vielfach geschlitzt sind und mit den Fingern jeweils an der betreffenden Stapelseite anliegend mit den Innenelektroden des Piezoaktors verbunden sind.



[0001] Monolithische Piezo-Aktoren sind bekannt (z. B. DE-C 197 15 488). Sie bestehen aus einem Stapel von Piezoelementen. Jedes dieser Elemente besteht seinerseits aus einer Piezokeramikschiicht, die beiderseits mit metallischen Elektroden versehen ist. Bei Anlegen einer elektrischen Spannung dehnt sich die Piezokeramikschiicht dickenmäßig aus. Durch die Stapelanordnung einer Vielzahl solcher Piezoelemente in Form einer monolithischen Vielschichtanordnung aus einem gesinterten Stapel von Piezokeramikschiichten mit jeweils eingelagerten metallischen Innenelektroden wird dieser Effekt verstärkt. Die Innenelektroden sind wechselseitig aus dem Stapel herausgeführt und werden über äußere elektrische Anschlüsse elektrisch parallel geschaltet. In mechanischer Hinsicht sind die einzelnen Piezokeramikschiichten in Reihe angeordnet. Durch diese Anordnung wird durch Anlegen einer niedrigen elektrischen Spannung die aufsummierte Nenndehnung der gesamten Piezokeramik in Richtung der Stapelhöhe erreicht.

[0002] Aus der DE-C 197 15 488 ist es bekannt, die wechselseitig aus dem Stapel herausgeführten Elektroden auf jeder Seite durch Auflöten einer durchgehenden Kontaktfahne miteinander und mit der Anschlußverdrahtung zu verbinden.

[0003] Diese Verbindung ist jedoch problematisch. Denn die Kontaktfahnen verlaufen entlang der Stapelhöhe, liegen flach am Stapel an und sind mit diesem bzw. dem zwischen den Piezokeramikschiichten herausgeführten Innenelektroden fest verbunden. Die Kontaktfahnen verlaufen damit in Richtung der piezoelektrischen Ausdehnung des Piezoelementenstapels und unterliegen somit bei jedem Ausdehnungsvorgang einer starken Zugbeanspruchung. Bei höherfrequentem Betrieb eines solchen Vielschicht-Piezoaktors führt diese Art des elektrischen Anschlusses unweigerlich zur Rißbildung in den elektrischen Verbindungen zwischen der Kontaktfahne und den einzelnen Innenelektroden und damit zum Ausfall bzw. der Zerstörung des Piezoaktors.

[0004] Die EP-A-0 844 678 sucht dieses Rißbildungsproblem dadurch zu beheben, daß die Anschlußelemente dreidimensional nach Art eines Wellblechs ausgebildet werden, wobei die Wellentäler mit den einzelnen herausgeführten Innenelektroden stoffschlüssig verbunden werden und die dazwischen verlaufenden Wellenberge die Funktion von Dehnungsbögen erhalten, so daß auch bei höherfrequenten Dehnungsschwingungen des Piezoelementenstapels diese wellenförmigen Anschlußelemente diese Dehnungsschwingungen zieharmonikaartig mitmachen können, ohne daß es zur Rißbildungen an den Verbindungsstellen mit den Innenelektroden kommt.

[0005] Damit stellt sich allerdings ein neues Problem, weil die metallenen Anschlußfahnen dann nur noch punktuell und nicht mehr vollflächig an der Außenseite des Piezoelementenstapels anliegen. Denn bei höherfrequentem Betrieb des Piezoaktors wird darin auch in beträchtlichem Maße Wärme erzeugt, und die elektrischen Anschlußfahnen dienen nicht allein der Herstellung der elektrischen Anschlußverbindung, sondern außerdem auch noch der Wärmeabführung.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine elektrische Anschlußanordnung für einen monolithischen Vielschichtpiezoaktor zu schaffen, die eine auch bei hochfrequenten Dehnungsschwingungen des Piezoaktors rißbildungsfeste Kontaktierung gewährleistet und gleichzeitig in optimaler Weise der Wärmeabfuhr dient.

[0007] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die im Anspruch 1 angegebene Anordnung gelöst.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind

Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Erfindungsgemäß ist jede Kontaktfahne quer zur Stapelhöhe des Piezoaktors mehrfach geschlitzt und dadurch in eine Mehrzahl von quer zur Stapelhöhe verlaufenden Fingern unterteilt, die jeweils mit den betreffenden herausgeführten Innenelektroden verbunden sind. Bei der Dehnungsbewegung des Piezoelementenstapels können sich die Finger der Kontaktfahne in Richtung der Stapelhöhe aufspreizen und werden deshalb durch die Dehnungsschwingungen des Piezoaktors praktisch nicht mechanisch beansprucht. Zugleich können die Kontaktfahnen vollflächig an der Stapelaußenfläche anliegen und als Wärmeableiter und Wärmeabstrahler dienen.

[0010] In bevorzugter Ausbildung der Erfindung sind die Kontaktfahnen, die mit ihren Fingern an jeweils einer von zwei gegenüberliegenden Außenflächen des Piezoelementenstapels anliegend mit den dort herausgeführten Innenelektroden verbunden sind, um eine angrenzende Eckkante des Piezoelementenstapels herumgebogen und liegen auch noch an der benachbarten Stapelaußenfläche vollflächig an, um auch dort Wärme aufzunehmen und abzuführen.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den anliegenden Zeichnungen schematisch dargestellt und wird nachstehend kurz beschrieben. In den Zeichnungen zeigt:

[0012] Fig. 1 in perspektivischer Darstellung die elektrische Anschlußanordnung nach der Erfindung, und

[0013] Fig. 2 im Schnitt eine Mehrfachanordnung von Piezo-Aktoren mit einer Anschlußanordnung nach der Erfindung in einem Kühlblock.

[0014] Fig. 1 zeigt in perspektivischer schematisierter Darstellung das Prinzip der elektrischen Anschlußanordnung nach der Erfindung.

[0015] Ein monolithischer Vielschicht-Piezoaktor in Gestalt einer Vielzahl von stapelförmig angeordneten Piezokeramikschiichten mit jeweils dazwischen angeordneten Innenelektroden ist nur als quaderförmiger Block P dargestellt, ohne daß die einzelnen Piezokeramikschiichten bzw. Piezoelemente des Stapels und die herausgeführten Innenelektroden dargestellt wären, da diese Anordnung an sich bekannt ist.

[0016] Die Innenelektroden zwischen den Piezokeramikschiichten können entweder jeweils zu einer Stapelseite hin oder auch jeweils zu einem Stapeleckbereich hin herausgeführt sein, wie ebenfalls an sich bekannt ist.

[0017] Zum elektrischen Anschluß der elektrisch parallel geschalteten Piezoelemente des Piezoaktors P dienen zwei Anschlußfahnen A1 und A2. Die Anschlußfahne A1 ist mit dem Piezoaktor P verbunden dargestellt, da sie in der Darstellung vorne liegt, und die Anschlußfahne A2 ist, weil sie mit den in der Zeichnung hinten liegenden Stapelseitenflächen des Piezoaktors P zu verbinden ist, gesondert darüber gezeichnet, und ein Pfeil deutet an, wie sie mit dem Piezoaktor P zu verbinden ist.

[0018] Wie man sieht, sind die beiden Anschlußfahnen A1 und A2 in ihrem mit dem Piezoaktor P verbundenen bzw. zu verbindenden Bereich quer zur Stapelhöhe vielfach geschlitzt, wobei die Schlitzte als Einschnitte 5 angedeutet sind. Dadurch ist an dem mit dem Piezoaktor P verbundenen Teil der betreffenden Anschlußfahne A1, A2 jeweils eine entsprechende Vielzahl von quer zur Stapelhöhe verlaufenden Fingern F gebildet, die einzeln jeweils stoffschlüssig mit den herausgeführten Innenelektroden des Piezoaktors P verbunden sind.

[0019] Bei Dehnungsbewegungen des Piezoaktors in Richtung der Stapelhöhe können also diese Finger F der Anschlußfahnen A1, A2 die Dehnungsbewegungen ohne weiteres mitmachen, indem sie sich geringfügig aufspreizen, ohne daß die Anschlußfahnen A1, A2 einer nennenswerten

mechanischen Beanspruchung unterliegen.

[0020] Die Finger F der Anschlußfahnen A1, A2 liegen, wie dargestellt, flach und vollflächig an der betreffenden Stapelseite des Piezoaktors P an, und wie man außerdem in der Zeichnung sieht, ist jede Anschlußfahne A1, A2 über ein Stapelock so gebogen, daß die betreffende Anschlußfahne an insgesamt zwei Stapelflächen vollflächig bzw. fast vollflächig anliegt. Dadurch ergibt sich eine sehr gute Wärmeabführung aus dem Piezoaktor P durch die Anschlußfahnen A1, A2.

[0021] Die Anschlußfahnen A1, A2 bestehen zweckmäßigerweise aus Kupferfolie.

[0022] Es versteht sich, daß jeder Finger F der Anschlußfahnen A1, A2 mit einer Gruppe von beispielsweise zwei oder drei Innenelektroden des Piezoelementenstapels verbunden sein kann, was die in der Praxis zweckmäßige Ausführungsform darstellt.

[0023] Fig. 2 zeigt in schematischer Schnittdarstellung einen Piezoaktorenblock mit vier parallel angeordneten Piezoaktoren P1, P2, P3 und P4, die jeweils mit elektrischen Anschlußanordnungen nach der vorstehenden Beschreibung ausgestattet sind. Diese vier Piezoaktoren sind an ihren vier Seiten (die Schnittebene liegt quer zur Stapelhöhe der einzelnen Piezoaktoren) von einem vorzugsweise aus Kupfer bestehenden Kühlblock B umgeben, der mit einem die Anordnung haltenden Träger T verschraubt ist, wie man aus der Darstellung sieht. Die den einzelnen Piezoaktoren zugeordneten Anschlußfahnen A sind an einer Stelle des Blocks B herausgeführt. Der Kühlblock B umgibt die Piezoaktoren mit geringem Spiel, jedoch so, daß die Piezoaktoren in den sie aufnehmenden Öffnungen des Blocks verschiebbar sind und damit ihre in Stapelhöhe erfolgenden Dehnungs- und Kontraktionsbewegungen ausführen können, ohne zu klemmen. Die verbleibenden Spalträume sind vorzugsweise mit Wärmeleitgel ausgefüllt.

[0024] Die im Betrieb erzeugte Wärme wird also von dem jeweiligen Piezoelementenstapel zunächst auf die gut wärmeleitenden Anschlußfahnen der elektrischen Anschlußanordnung übertragen und von diesen durch den kupfernen, ebenfalls gut wärmeleitfähigen Kühlblock B abgeführt, der seinerseits von außen gekühlt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Elektrische Anschlußanordnung für einen monolithischen Vielschicht-Piezoaktor (P), der aus einer Vielzahl von stapelförmig angeordneten Piezokeramikschieben mit jeweils dazwischen angeordneten, wechselseitig aus dem Stapel herausgeführten Innenelektroden besteht, mit zwei metallenen elektrischen Anschlußfahnen (A1, A2), von denen jede stoffschlüssig mit einer der beiden Gruppen von wechselseitig herausgeführten Innenelektroden verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Anschlußfahne quer zur Stapelhöhe zur Bildung einer Vielzahl einzelner Finger (F) geschlitzt (s) ist, die jeweils mit den auf der betreffenden Seite des Stapels herausgeführten Innenelektroden stoffschlüssig verbunden sind und flächig an der betreffenden Stapelseite anliegen.

2. Anschlußanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Finger (F) mit einer geringen Anzahl von Innenelektroden umfassenden Innenelektrodenengruppe des Vielschicht-Piezoaktors (P) verbunden ist.

3. Anschlußanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Anschlußfahne (A1, A2) um eine benachbarte Stapelkante herumgebogen ist und auch noch an der angrenzenden Stapelseite flächig anliegt.

chig anliegt.

4. Elektrische Anschlußanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der monolithische Vielschicht-Piezoaktor (P) samt der elektrischen Anschlußfahnen (A1, A2) in einem metallenen Kühlblock (B) eingesetzt ist, der den Piezoaktor mit den Anschlußfahnen an seinen Seiten umschließt und den Piezoaktor gleitfähig aufnimmt, und daß die elektrischen Anschlußfahnen an einer Seite des Blocks (B) herausgeführt sind.

5. Anschlußanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Spalt zwischen dem Kühlblock (B) und dem mit den Anschlußfahnen versehenen Piezoaktor (P) mit einem Wärmeleitgel ausgefüllt ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

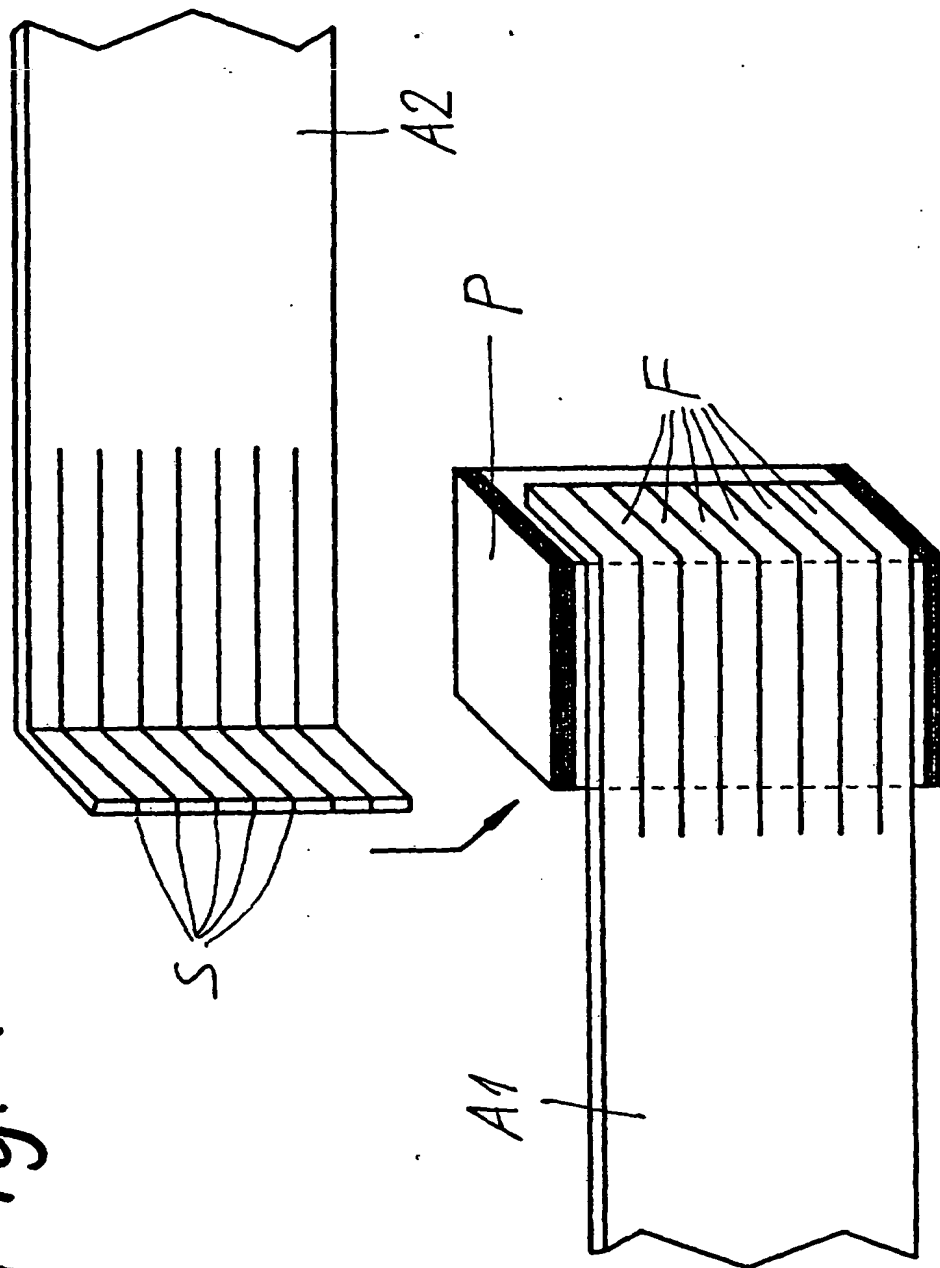


Fig. 2

